



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 61 880 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
F 16 F 15/18
H 02 P 7/67
B 41 F 13/00

②① Aktenzeichen: 199 61 880.1
②② Anmeldetag: 20. 12. 1999
④③ Offenlegungstag: 29. 3. 2001

DE 199 61 880 A 1

⑥⑥ Innere Priorität:
199 39 682. 5 20. 08. 1999

⑦① Anmelder:
Baumüller Nürnberg GmbH, 90482 Nürnberg, DE

⑦④ Vertreter:
Götz & Kuchler, 90402 Nürnberg

⑦② Erfinder:
Baumüller, Günter, Dipl.-Ing., 90482 Nürnberg, DE;
Götz, Fritz-Rainer, Dr.-Ing., 90522 Oberasbach, DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:
DE 35 40 645 C2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Elektrisches Antriebssystem zur aktiven Schwingungsdämpfung

⑤⑦ Verfahren zum Steuern eines elektrischen Antriebssystems, das der Verstellung einer Mehrzahl dreh-, verschwenk- und/oder linear bewegbarer Funktionsteile in Geräten und Maschinen, beispielsweise der Zylinder oder Walzen insbesondere in Bogen- oder Rollendruckmaschinen, zueinander in ihrer Lage und/oder Geschwindigkeit dient und ein oder mehrere geregelte Antriebseinheiten aufweist, die jeweils mit einem der Funktionsteile oder einer Gruppe davon verbunden sind, wobei mit dem angetriebenen Funktionsteil oder der angetriebenen Funktionsteilgruppe mindestens ein Teil der sonstigen Funktionsteile und/oder sonstigen Funktionsteilgruppen mechanisch gekoppelt ist, wobei einer oder mehrere Sensoren zur Erfassung und Rückführung von Beschleunigungszuständen eingesetzt werden, zumindest eines Teils der Funktionsteile oder Funktionsteilgruppen in ein jeweiliges Reglermodul der einen oder mehreren Antriebseinheiten, über welches die eine oder mehreren Antriebseinheiten auf der Basis eines oder mehrerer Regelgesetze oder -algorithmen zur aktiven Dämpfung von Schwingungen der Funktionsteile angesteuert werden.

DE 199 61 880 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung betrifft ein Steuerungsverfahren für ein elektrisches Antriebssystem für angetriebene und miteinander gekoppelte Funktionsteile von Geräten und Maschinen, insbesondere Druckmaschinen gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung ein elektrisches Antriebssystem, das zum Verstellen mehrerer bewegbarer Funktionsteile in Geräten und Maschinen, insbesondere Druckmaschinen ausgelegt ist, gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

Bei komplexen mechanischen Systemen mit miteinander verkoppelten, bewegbaren Funktionsteilen führen die Vielzahl unterschiedlicher Massen, Nachgiebigkeiten, Steifigkeiten, Feder-elemente, Dämpfungselemente usw. zu einer erhöhten Schwingungsneigung. Dies zeigt sich vor allem bei Druckmaschinen mit Königswellen, wo die Schwingungsprobleme um so gravierender werden, je mehr Druckwerke und sonstige Funktionsteile entlang der Königswelle synchronisiert sind.

So ist in DE 198 26 338 A1 im Zusammenhang mit einem gattungsgemäßen Steuerungsverfahren und einem gattungsgemäßen elektrischen Antriebssystem festgestellt, daß eine Druckmaschine bei gleicher Druckgeschwindigkeit um so stärker zu Schwingungen neigt, je größer die Zahl der miteinander mechanisch gekoppelten Druckwerke ist. Unter "Schwingungen" werden dabei periodische Umfangsgeschwindigkeitsschwankungen verstanden. Um diesen zu begegnen, wird eine derart ausgebildete Regeleinrichtung vorgeschlagen, daß diese die Phasenlage der maschinenbedingten Umfangsgeschwindigkeitsschwankungen erfaßt und diese Phasenlagen relativ zueinander derart verschiebt, daß in bestimmten Drehwinkelstellungen beispielsweise einer Bogenübergabe eine periodisch wiederkehrende maximale Übereinstimmung bezüglich Ort und Zeit eintritt. Dieser Lösungsvorschlag basiert auf der Annahme, daß die Umfangsgeschwindigkeitsschwankungen sich periodisch bei jeder Umdrehung wiederholen und zwar bei jeder einem separaten Antrieb zugeordneten Einheit. Dadurch soll es möglich sein, eine Übereinstimmung in der Drehwinkelstellung bei der Bogenübergabe dadurch zu erzielen, daß die Phasenlagen relativ zueinander verschoben werden, was durch eine vorübergehende Beschleunigung oder Bremsung der Antriebe von Druckwerken oder Druckwerksgruppen im Vergleich zu einem Leitdruckwerk möglich ist. Allerdings setzt die genannte Annahme der sich periodisch wiederholenden Umfangsgeschwindigkeitsschwankungen voraus, daß entlang eines geschlossenen Zahnradzugs möglichst gleichartig arbeitende und strukturierte Druckwerke aneinandergereiht sind.

Aus DE 42 34 928 A1 und dem zugehörigen Zusatz DE 44 12 945 A1 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Dämpfung von mechanischen Schwingungen von Druckmaschinen bekannt. Dazu wird in der letztgenannten Veröffentlichung, Spalte 4, Zeile 9 und 10, die Winkel- und Drehzahl-Messung in der Druckmaschine angeregt. Im Rahmen eines Regelkreises werden die Messwerte zu Steuerungswerten für Antriebs- und/oder Zusatzmotoren zwecks Schwingungsdämpfung weiterverarbeitet. Allerdings liefert die Winkel- und Drehzahl-Messung Informationen über das zu dämpfende System, welche die Dämpfung mindernde beziehungsweise beeinträchtigende Phasenverschiebungen beinhaltet.

Es ergibt sich die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe, ein elektrisches Antriebssystem und ein zugehöriges Steuerungsverfahren zu schaffen, mittels welchem die Schwingungsneigungen bei vielfältigen komplexen, mechanischen Systemen mit mechanisch gekoppelten Funk-

tionsteilen, insbesondere mit in Reihe aneinandergekoppelten Druckwerken einer Druckmaschine, mit hoher Anwendungsflexibilität und erhöhter Effektivität reduziert werden können. Die Wirksamkeit der Schwingungsdämpfungen soll nicht auf Strukturen mit gleichartigen, verkoppelten Funktionsteilen oder Funktionsteilgruppen beschränkt sein.

Zur Lösung werden das in Patentanspruch 1 definierte Steuerungsverfahren und das in Patentanspruch 8 definierte elektrische Antriebssystem vorgeschlagen. Zweckmäßige, vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Danach werden im Rahmen der Erfindung Beschleunigungssensoren zur Bildung von wirksamen Zustands-Rückführungen an das Regelungsmodul im elektrischen Antriebssystem bzw. in der Antriebseinheit verwendet. In der Regelungseinrichtung lassen sich Verfahren zur aktiven Dämpfung der im mechanischen System entstehenden Schwingungen implementieren. Insbesondere lassen sich die Schwingungen drehschwingungsfähiger Zylinder einer Druckmaschine, die ganz oder teilweise über Zahnräder oder andere Elemente mechanisch gekoppelt sind, dämpfen.

Mit dem erfindungsgemäßen Einsatz von Beschleunigungssensoren, insbesondere an sich bekannter Ferraris-Sensoren, wird der Vorteil erzielt, daß enddämpfend wirkende Phasenverschiebungen vermieden werden, die beim Einsatz von Lage- oder Geschwindigkeitssensoren resultieren. Der Einsatz von Beschleunigungssensoren verbessert die Beobachtbarkeit des Systems zum einen durch die Art der Messung und zum anderen durch die Anzahl und den Ort der Beschleunigungsmessstellen. Mit dem erfindungsgemäßen Erfassen der Beschleunigungen der zu bewegenden Massen wird vorteilhaft die direkte, unmittelbare und unverzögerte Reaktion auf einwirkende Kräfte erfaßt. Die Beschleunigungssensoren liefern die direkte Information über das Bewegungsverhalten und sind so hervorragend geeignet, ein Rückkopplungssignal bereitzustellen, aus dem sich effektive Stellgrößen zur aktiven Dämpfung der Schwingungen der verkoppelten Funktionsteile ableiten lassen. Wenn dagegen wie beim eingangs genannten Stand der Technik lediglich die Winkelgeschwindigkeit oder Winkel-lage gemessen wird, dann stellen diese Meßwerte verzögerte Informationen über auf das zu steuernde Funktionsteilsystem einwirkende Kräfte dar, und die Verzögerungen bzw. Phasenverschiebungen können unerwünschte Schwingungsneigungen leicht noch verstärken.

Grundsätzlich sind absolute Drehbeschleunigungssensoren allgemein erhältlich und auch im Rahmen der Erfindung einsetzbar. Jedoch ergibt sich bei der Messung der absoluten Drehbeschleunigung einer Achse der Nachteil, daß leicht externe, von der Außenumgebung herrührende Kräfteeinwirkungen mit erfaßt werden, die aber vielfach rein zufälliger Natur sind und zur Beobachtung der zu dämpfenden Eigenschwingungen des mechanischen Systems unmittelbar nichts beitragen. Möglich ist die Ausfilterung solcher externen Störeinflüsse aus den Beschleunigungssmeßsignalen, jedoch erzeugen die entsprechenden Tiefpaßfilter Verzögerungen, die enddämpfend wirken können. Dem wird mit einer besonderen Ausbildung der Erfindung begegnet, wonach zur Erfassung des oder der Beschleunigungszustände der Funktionsteile die Relativbeschleunigung zwischen diesem und einem tragenden Gestell oder dergleichen gemessen wird, welches dabei das nichtbewegte Bezugssystem bildet. Als Relativ-Beschleunigungssensoren sind lineare und rotatorische Ferraris-Sensoren an sich bekannt.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausbildung der Erfindung wird eine Mehrzahl von Elektromotoren zur aktiven Schwingungsdämpfung eingesetzt. Dabei läßt sich die Steuerbarkeit von Motorik und Regelungsstrecke erstens durch

die Art des Antriebs, die zum Beispiel durch den Einsatz reaktionsschneller Servoantriebe geprägt sein kann, und zweitens durch die Anzahl und den Ort der Stelleingriffe im mechanischen System an den verkoppelten Funktionsteilen verbessern. Vor allem durch den gezielten Einsatz reaktions-
schneller und auch kleiner bzw. kostengünstiger Servoantriebe gezielt an den wirksamsten Stellorten des zu bewegendes mechanischen Systems und ausschließlich zur aktiven Schwingungsdämpfung wird eine außerordentliche Stabilisierung und Beruhigung des mechanischen Funktionsteilsystems erreicht.

Durch die Erhöhung der Verarbeitungsgeschwindigkeiten (höhere Produktivität) und die Vergrößerung der Maschinen insbesondere mit verlängerten Längswellen eines geschlossenen Zahnradzugs ergibt sich der Umstand, daß von den als Funktionskette hintereinandergeschalteten Funktionsteilen die letzten zu den heftigsten Schwingungen mit den größten Amplituden neigen. Unter diesem Gesichtspunkt besteht eine kostensparende Variante der Erfindung darin, daß lediglich am letzten, vorletzten und/oder drittletzten Glied der Funktionskette ein Beschleunigungssensor und gegebenenfalls ein aktiver Schwingungsdämpfer zur Rückführung des Beschleunigungszustandes in die jeweilige Regeleinrichtung angeordnet ist.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Erfindung besteht darin, daß in der Regeleinrichtung der Antriebseinheit ein Mehrgrößen-Regler eingesetzt ist, der beispielsweise als Zustandsgrößen-Regler konzipiert ist und der Aufnahme einer Mehrzahl von Ausgangssignalen der Beschleunigungssensoren und gegebenenfalls von Motor-Lage- und Winkelsignalen dient. Algorithmen für solche Regler sind aus bekannten Verfahren der Regelungstechnik entsprechend den vorliegenden Gegebenheiten und Erfordernissen ableitbar (vgl. Kai Müller, "Entwurf robuster Regelungen", Tübingen Stuttgart 1996, insbesondere Seiten 6 und 7; Alexander Weinmann "Regelungen - Analyse und technischer Entwurf", Band 2, dritte Auflage, Springer-Verlag Wien New York 1995; Jörg Raisch "Mehrgrößenregelung im Frequenzbereich" R. Oldenbourg Verlag München Wien 1994).

Weitere Einzelheiten, Merkmale, Vorteile und Wirkungen auf der Basis der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung und den Zeichnungen, die in den Fig. 1, 2, 3 und 4 je ein Block- und Strukturbild für erfindungsgemäße Ausführungen von Antriebssystemen zeigen.

Gemäß Fig. 1 ist das erfindungsgemäße Antriebssystem in einer Bogendruckmaschine 1 für fünf Farben verwendet. Entsprechend sind fünf Druckwerke 2 je mit einem Plattenzylinder 3, einem Gummituchzylinder 4 und einem Gegendruckzylinder 5 angeordnet. Zwischen zwei Gegendruckzylindern 5 befindet sich jeweils ein Übergabezylinder 6, der dazu dient, die im Anleger 7 aufeinandergestapelten Bögen 8 von einem Druckwerk zum nächsten Druckwerk 2 zu transportieren, bis sie zum Ausleger 9 gelangen. Zur Sicherstellung der Bogenübergabe sind der Gegendruckzylinder 5 und der Übergabezylinder 6 jeweils mit Greifelementen 10 versehen (schematisch als Umfangsaussparungen angedeutet).

Gemäß Fig. 1 ist eines der Druckwerke 2 zu seinem Antrieb mit einem Elektromotor M verbunden, der einen Lage- oder Geschwindigkeitsgeber G aufweist. Der Elektromotor M wird von einem Wechselrichter 14 aus betrieben, welcher von einem Einachs-Regler 15 angesteuert ist. Dieser ist einseitig mit dem Lage- oder Geschwindigkeitsgeber G zur Motorregelung verbunden. Ein weiterer Eingang des Einachs-Reglers 15 ist an eine Kommunikationsverbindung 16 angeschlossen. Der Wechselrichter 14 und der Einachs-Regler 15 sind über eine gemeinsame Versorgungseinheit 17

mit dem Stromversorgungsnetz 18 verbunden. Ferner ist ein Mehrgrößen-Regler 19 angeordnet, der über ein Netzteil 20 ebenfalls mit dem Stromversorgungsnetz 18 verbunden ist sowie ein Sensor-Interface 21 für eine Mehrzahl von Sensordaten aufweist. Diese werden von an sich bekannten Ferraris-Beschleunigungssensoren F1, F2, F3, F4 und F5 erzeugt, deren Anzahl und Meßorte je nach Randbedingungen zu wählen sind. Im gezeichneten Beispiel ist pro Druckwerk 2 ein Beschleunigungssensor vorzugsweise am Gegendruckzylinder 5 angeordnet. Weiter ist der Mehrgrößen-Regler 19 über ein Kommunikations-Interface 22 mit der Kommunikationsverbindung 16 zum Einachs-Regler 15 verbunden. Ein weiteres Kommunikations-Interface 24 dient dem Daten- und Befehlsaustausch mit einer übergeordneten Leitsteuerung 27. Physikalisch können der Einachs-Regler 15 und der Mehrgrößen-Regler 19 in einem gemeinsamen Gerät bzw. innerhalb eines gemeinsamen Gehäuses zusammengefaßt sein. Anhand der Erfassung der Beschleunigungszustände innerhalb des mechanischen Funktionsteilsystems 3, 4, 5, 6 können der Mehrgrößen-Regler 19 und der Einachs-Regler 15 entsprechend geeigneter Regelalgorithmen im Sinne einer aktiven Schwingungsdämpfung zusammenwirken und dazu Stellgrößen an den Elektromotor M ausgeben.

Gegenüber dem zuvor erläuterten Ausführungsbeispiel unterscheidet sich das nach Fig. 2 dadurch, daß zwei leistungsmäßig etwa äquivalente Antriebsmotoren M1, M2 zur Last- oder Momentenaufteilung vorgesehen sind. Diese sind jeweils mit einem eigenen Geber G1, G2 und eigenen Wechselrichtern 14 und Einachs-Reglern 15 versehen, so daß jeder Motor M1, M2 seinen eigenen Motorregelkreis G1 bzw. G2 14, 15 aufweist. Die beiden Wechselrichter 14 sind über eine ihnen gemeinsame Versorgungseinheit 17 vom Netz 18 aus mit Energie versorgt. Die Elektromotoren M1, M2 weisen für ihre Stelleingriffe in das mechanische System 2, 3, 4, 5, 6 unterschiedliche, voneinander räumlich entfernte Stellorte auf, nämlich gemäß Fig. 2 im von links gesehen ersten Druckwerk 2 und vierten Druckwerk 2. Über jeweilige Kommunikationsverbindungen 16 kommunizieren die Einachs-Regler 15 mit einem ihnen gemeinsam zugeordneten Mehrgrößen-Regler 19, dem wie beim ersten Ausführungsbeispiel die Beschleunigungszustände aus den Beschleunigungssensoren F1...F5 zugeführt sind. Dadurch können auf der Grundlage an sich bekannter Mehrgrößenregelungen die jeweiligen Einachs-Regler 15 der beiden Elektromotoren M1, M2 so beeinflusst werden, daß die Elektromotoren M1, M2 neben ihrer Hauptaufgabe des Bewegens der Funktionsteile zu Druckmaschinenzwecken auch im Sinne einer aktiven Schwingungsdämpfung verstehend eingreifen können.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 unterscheidet sich von den vorherigen dadurch, daß anstelle einer weiteren Hauptantriebseinheit ein oder mehrere kleinere, kostengünstigere und leistungsmäßig schwächer ausgelegte Hilfsantriebseinheiten m2, m3, m4 und m5 mit je einem Druckwerk 2 zu dessen Antrieb verbunden sind. Die über jeweilige Geber G2-G5 geregelten Hilfsantriebseinheiten m2-m5 können mittels kleiner und reaktionsschneller Servoantriebe realisiert sein, die gezielt an den wirksamsten Stellorten des mechanischen Systems 2, 3, 4, 5, 6 eingesetzt werden. Auch diese sind jeweils mit Wechselrichter 14 und Einachs-Regler 15 versehen. Die Einachs-Regler 15 sowohl des einzigen Hauptantriebs M1 als auch der mehreren Hilfsantriebe m2, m3, m4, m5 können über entsprechende Kommunikationsverbindungen mit einem gemeinsamen Mehrgrößen-Regler 19 Daten und Befehle austauschen, der mit seinem Sensor-Interface 21 den Einachs-Reglern 15 gegenüber den Beschleunigungssensoren F1-F5 vorgelagert ist. Es liegt im Rahmen der Erfindung, anstelle der gezeichneten vier Hilfs-

antriebseinheiten m2, . . . , m5 auch weniger oder mehr, und auch an anderen als den bezeichneten Stellorten einzusetzen.

Gegenüber dem vorherigen unterscheidet sich das Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 dadurch, daß die Eingänge der Ferraris-Beschleunigungssensoren F1, . . . , F5 direkt jeweils einem Einachs-Regler 15 zugeordnet sind, die über jeweilige Wechselrichter 14 sowohl eine Hauptantriebseinheit M1 als auch eine Mehrzahl von Hilfsantriebseinheiten m2, . . . , m5 ansteuern. Der in den vorher beschriebenen Beispielen verwendete Mehrgrößen-Regler ist hier ersatzlos weggelassen. Die Regel-Algorithmen zur aktiven Schwingungsdämpfung sind vorzugsweise in die Einachs-Regler 15 verlagert, in welchen die entsprechenden Soll-Ist-Wertvergleiche nun stattfinden können. Zwischen den Mehrachsreglern 15 und der übergeordneten Leitsteuerung 27 sind jeweilige Kommunikationspfade 28 eingerichtet, die zum Beispiel bei mehreren Stelleingriffen in die Druckmaschine 1 für deren Synchronisation sorgen können.

Bezugszeichenliste

1	Bogendruckmaschinen	
2	Druckwerke	
3	Plattenzylinder (Funktionsteilsystem)	
4	Gummituchzylinder (Funktionsteilsystem)	
5	Gegendruckzylinder (Funktionsteilsystem)	
6	Übergabezylinder (Funktionsteilsystem)	
7	Anleger	
8	Bögen	
9	Ausleger	
10	Greifelemente	
M	Elektromotor	
G	Lage- oder Geschwindigkeitsgeber	
14	Wechselrichter	
15	Einachs-Regler	
16	Kommunikationsverbindung	
17	Versorgungseinheit	
18	Stromversorgungsnetz	
19	Mehrgrößen-Regler	
20	Netzteil	
21	Sensor-Interface	
F1-F5	Ferraris-Beschleunigungssensoren	
22	Kommunikations-Interface	
24	Kommunikations-Interface	
26	Kommunikationsverbindung	
27	Leitsteuerung	
28	Kommunikation zwischen Einachs-Regler und Leitsteuerung	
M1, M2	äquivalente Antriebsmotoren	
G1, G2	Geber	

Patentansprüche

1. Verfahren zum der Steuern eines elektrischen Antriebssystems, das der Verstellung einer Mehrzahl dreh-, verschwenk- und/oder linear bewegbarer Funktionsteile (3, 4, 5, 6) in Geräten und Maschinen (1), beispielsweise der Zylinder oder Walzen insbesondere in Bogen- oder Rollendruckmaschinen, zueinander in ihrer Lage und/oder Geschwindigkeit dient und ein oder mehrere geregelte Antriebseinheiten (M, 14, 15) aufweist, die jeweils mit einem der Funktionsteile (3, 4, 5, 6) oder einer Gruppe (2) davon verbunden sind, wobei mit dem angetriebenen Funktionsteil (3, 4, 5, 6) oder der angetriebenen Funktionsteilgruppe (2) mindestens ein Teil der sonstigen Funktionsteile und/oder sonstigen Funktionsteilgruppen mechanisch gekoppelt ist,

gekennzeichnet durch den Einsatz von einem oder mehreren Sensoren (F1-F5) zur Erfassung und Rückführung von Beschleunigungszuständen zumindest eines Teils der Funktionsteile oder Funktionsteilgruppen in ein jeweiliges Reglermodul (15, 19) der einen oder mehreren Antriebseinheiten (M, 14, 15), über welches die eine oder mehreren Antriebseinheiten (M, 14, 15) auf der Basis eines oder mehrerer Regelgesetze oder -algorithmen zur aktiven Dämpfung von Schwingungen der Funktionsteile (3, 4, 5, 6) angesteuert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erfassung des oder der Beschleunigungszustände die Relativbeschleunigung zwischen dem oder den Funktionsteilen (3, 4, 5, 6) und einem dieses tragenden oder stützenden Maschinenfundament, -gehäuse, -chassis oder -gestell gemessen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch die Verwendung einer oder mehrerer der Antriebseinheiten (m2-m5, 14, 15) ausschließlich zur aktiven Schwingungsdämpfung.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Verwendung von sowohl leistungstärkeren (14,M) als auch leistungsschwächeren Antriebseinheiten (14, m2-m5), wobei die leistungsschwächeren Antriebseinheiten ausschließlich zur aktiven Schwingungsdämpfung eingesetzt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass dem jeweiligen Regelungsmodul (15; Fig. 4) der ausschließlich zur aktiven Schwingungsdämpfung verwendeten Antriebseinheiten je ein Beschleunigungszustand eines Funktionsteils oder einer Funktionsteilgruppe rückgekoppelt wird.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das oder die Regelgesetze oder -algorithmen zur Schwingungsdämpfung eine Mehrgrößenregelung (19) eingangsseitig für mehrere rückgeführte Beschleunigungszustände (F1-F5) der Funktionsteile (3, 4, 5, 6) und/oder ausgangsseitig für mehrere Antriebseinheiten (M1, M2; m2-m5) umfassen.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwei oder mehr der Antriebseinheiten (M1, M2) bezüglich der Funktionsteile (3, 4, 5, 6) oder Funktionsteilgruppen (2) im Rahmen einer Last- beziehungsweise Momentenaufteilung betrieben werden.

8. Elektrisches Antriebssystem zum Verstellen mehrerer dreh-, verschwenk- und/oder linear bewegbarer Funktionsteile (3, 4, 5, 6) in Geräten und Maschinen (1), beispielsweise von Zylindern oder Walzen insbesondere in Bogen- oder Rollendruckmaschinen, in ihrer Lage oder Geschwindigkeit, mit einem oder mehreren Elektromotoren (M; M1, M2; m2-m5), die jeweils mit einem zugeordneten Funktionsteil (5) oder jeweils einer Gruppe (2) davon verbunden sind, wobei mit dem jeweils angetriebenen Funktionsteil (5) oder der jeweils angetriebenen Funktionsteilgruppe (2) mindestens ein Teil der sonstigen Funktionsteile (3, 4, 6) und/oder sonstigen Funktionsteilgruppen (2) mechanisch gekoppelt ist, und mit einer oder mehreren Regeleinrichtungen (15, 19), die eingangsseitig je mit einem Lage- und/oder Geschwindigkeitsgeber (G; G1-G5) für einen Elektromotor (M; M1, M2; m2-m5) oder ein von diesem angetriebenen Funktionsteil (5) beziehungsweise Funktionsteilgruppe (2) und ausgangsseitig mit dem oder den Elektromotoren (M; M1, M2; m2-m5) zu deren Ansteuerung verbunden sind, insbe-

sondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Anordnung von einem oder mehreren Beschleunigungssensoren (F1–F5) an zumindest einem Teil der Funktionsteile (3, 4, 5, 6) oder Funktionsteilgruppen (2), wobei die Beschleunigungssensoren (F1–F5) ausgangsseitig zur Rückführung der Beschleunigungszustände des jeweiligen Funktionsteils (3, 4, 5, 6) und/oder der jeweiligen Funktionsteilgruppe (2) mit der einen oder den mehreren Regeleinrichtungen (15, 19) verbunden sind, die Regelgesetze oder -algorithmen zur aktiven Dämpfung von Schwingungen der Funktionsteile (3, 4, 5, 6) aufweisen und demgemäß die einen oder mehreren Elektromotoren (M; M1, M2; m2–m5) ansteuern.

9. Antriebssystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass als Beschleunigungssensoren (F1–F5) solche zur Messung der Relativbeschleunigung, insbesondere Ferrarissensoren, zwischen einem jeweiligen Funktionsteil (3, 4, 5, 6) und einem zugehörigen Gehäuse, Gestell, Chassis oder Fundament angeordnet sind.

10. Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Funktionsteile (3, 4, 5, 6) oder Funktionsteilgruppen (2) funktionell und/oder miteinander verkoppelt in einer Reihe hintereinander angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass nur am letzten, vorletzten und/oder drittletzten Funktionsglied dieser Reihe ein Beschleunigungssensor (F5, F4, F3) zur Rückführung des Beschleunigungszustands in die jeweilige Regeleinrichtung (15, 19) angeordnet ist.

11. Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Anordnung von sowohl leistungsstärkeren (M; M1, M2) als auch leistungsschwächeren Elektromotoren (m2–m5) an unterschiedlichen Funktionsteilen (3, 4, 5, 6) oder Funktionsteilgruppen (2), wobei die eine oder mehreren Regeleinrichtungen (15), die mit einem leistungsschwächeren Elektromotor verbunden sind, ausschließlich mit Regelgesetzen und -algorithmen zur aktiven Schwingungsdämpfung betreibbar sind.

12. Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (15, 19) in ein oder mehrere Module (15) zur Regelung der Lage, Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der linearen oder rotatorischen Achse eines oder mehrerer Elektromotoren (M; M1, M2; m2–m5) und wenigstens ein Modul (19) zur Mehrgrößenregelung unterteilt ist, und das Mehrgrößen-Regelungsmodul (19) eingangsseitig mit einer Mehrzahl der Beschleunigungssensoren (F1–F5) verbunden sowie mit den Regelgesetzen und -algorithmen zu der aktiven Schwingungsdämpfung versehen ist und ausgangsseitig in Kommunikation mit dem einen oder den mehreren Achs-Regelungsmodulen (15) steht, um diesen Sollwerte im Sinne der aktiven Schwingungsdämpfung zu übermitteln.

13. Antriebssystem nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das oder die Achs-Regelungsmodul(e) (15) und das Mehrgrößen-Regelungsmodul (19) baulich in einer gemeinsamen Regelungseinheit insbesondere mit einem gemeinsamen Gehäuse integriert sind.

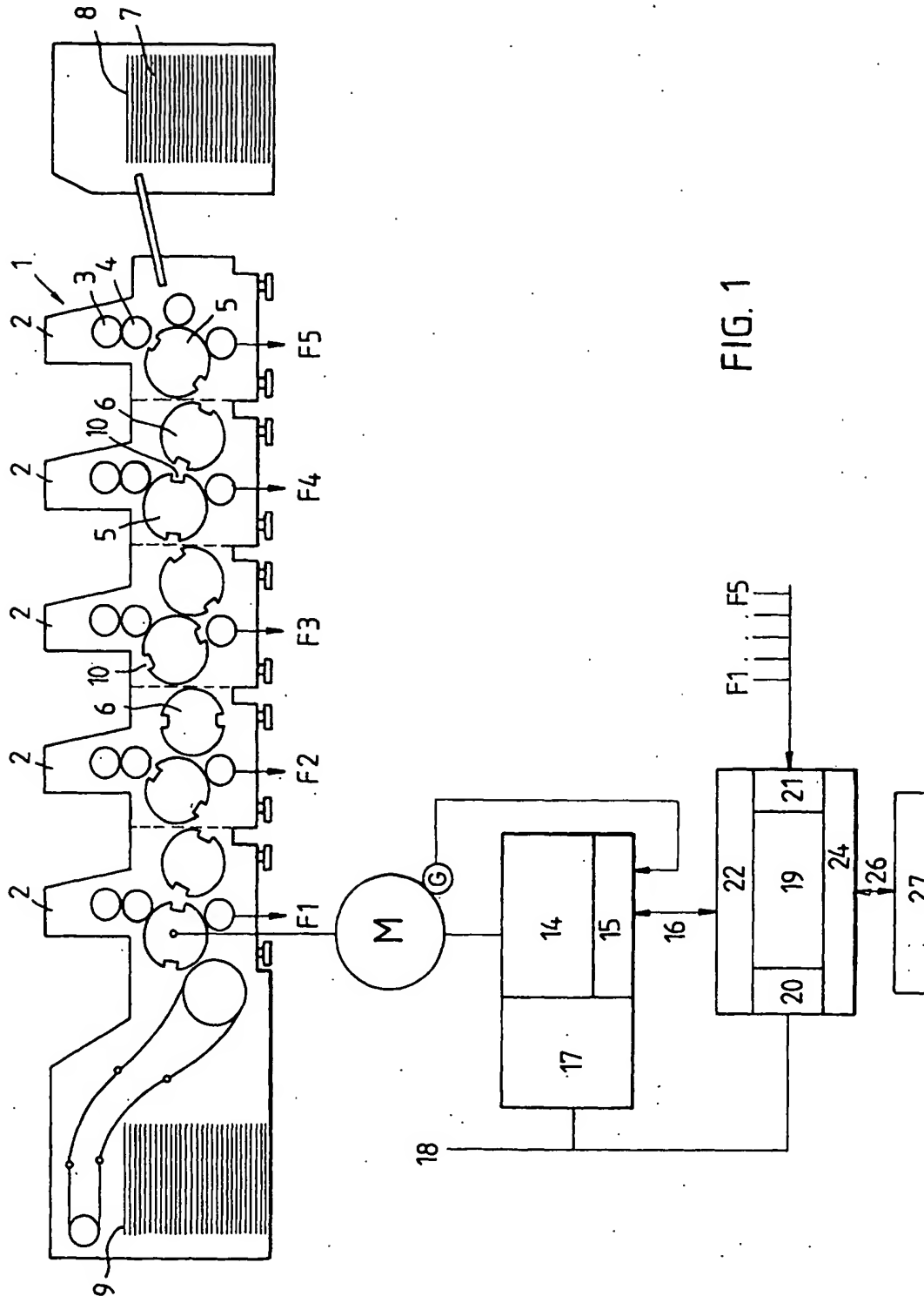
14. Antriebssystem nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Mehrgrößen-Regelungsmodul (19) mit einer übergeordneten Leitsteuerung (27) in Kommunikation (26) steht.

15. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 8 bis

11, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (15, 19) eine Mehrzahl von je einen oder mehrere Elektromotoren (M1, m2–m5) zur linearen oder rotatorischen Lage-, Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungsregelung ansteuernden Achs-Regelungsmodulen (15) aufweist, von denen zumindest einer oder ein Teil je mit einem der Beschleunigungssensoren (F1–F5) verbunden und mit Regelgesetzen und -algorithmen zu der aktiven Schwingungsdämpfung auf der Basis der Beschleunigungs-Sensorwerte betreibbar ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



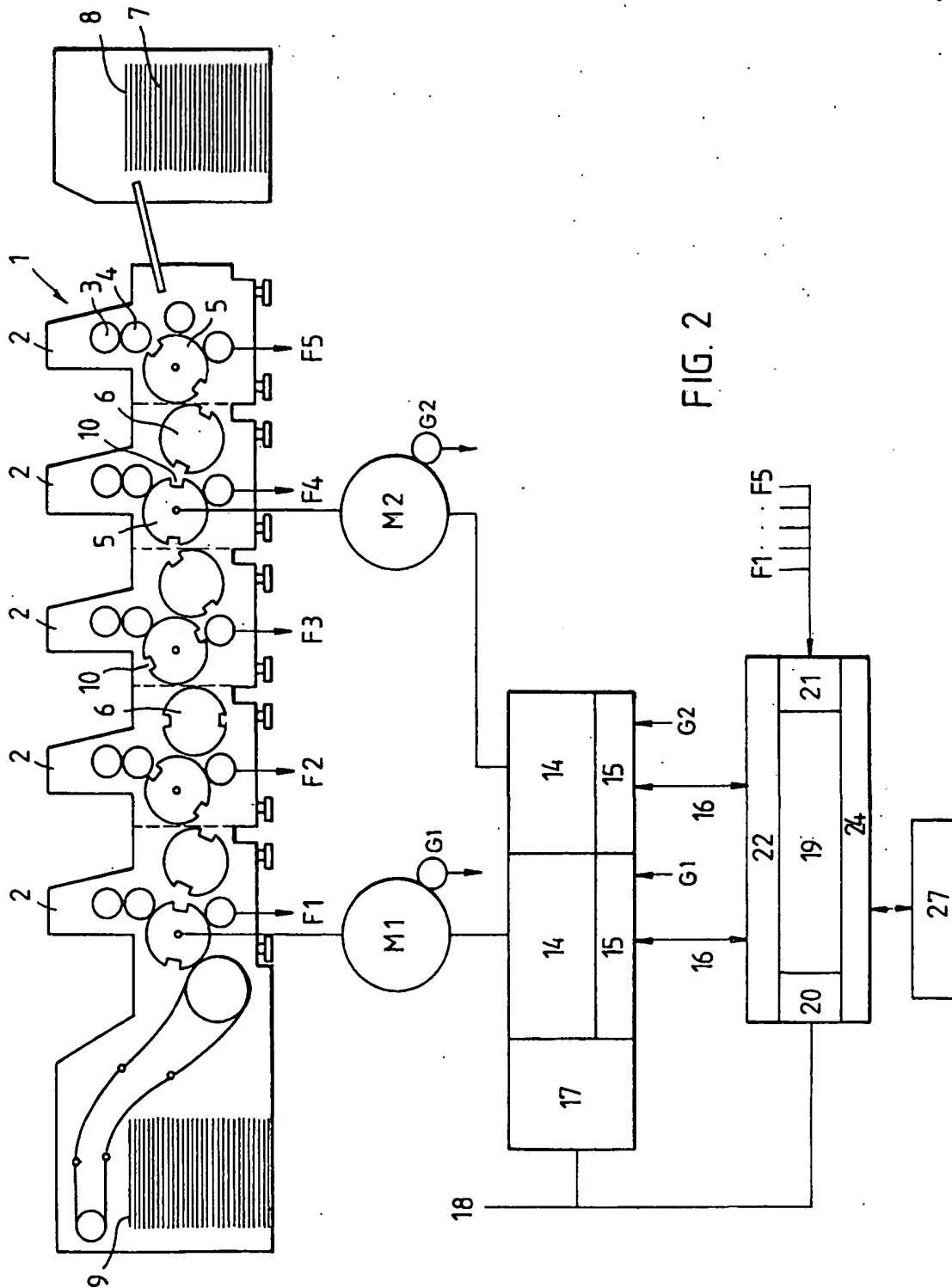


FIG. 2

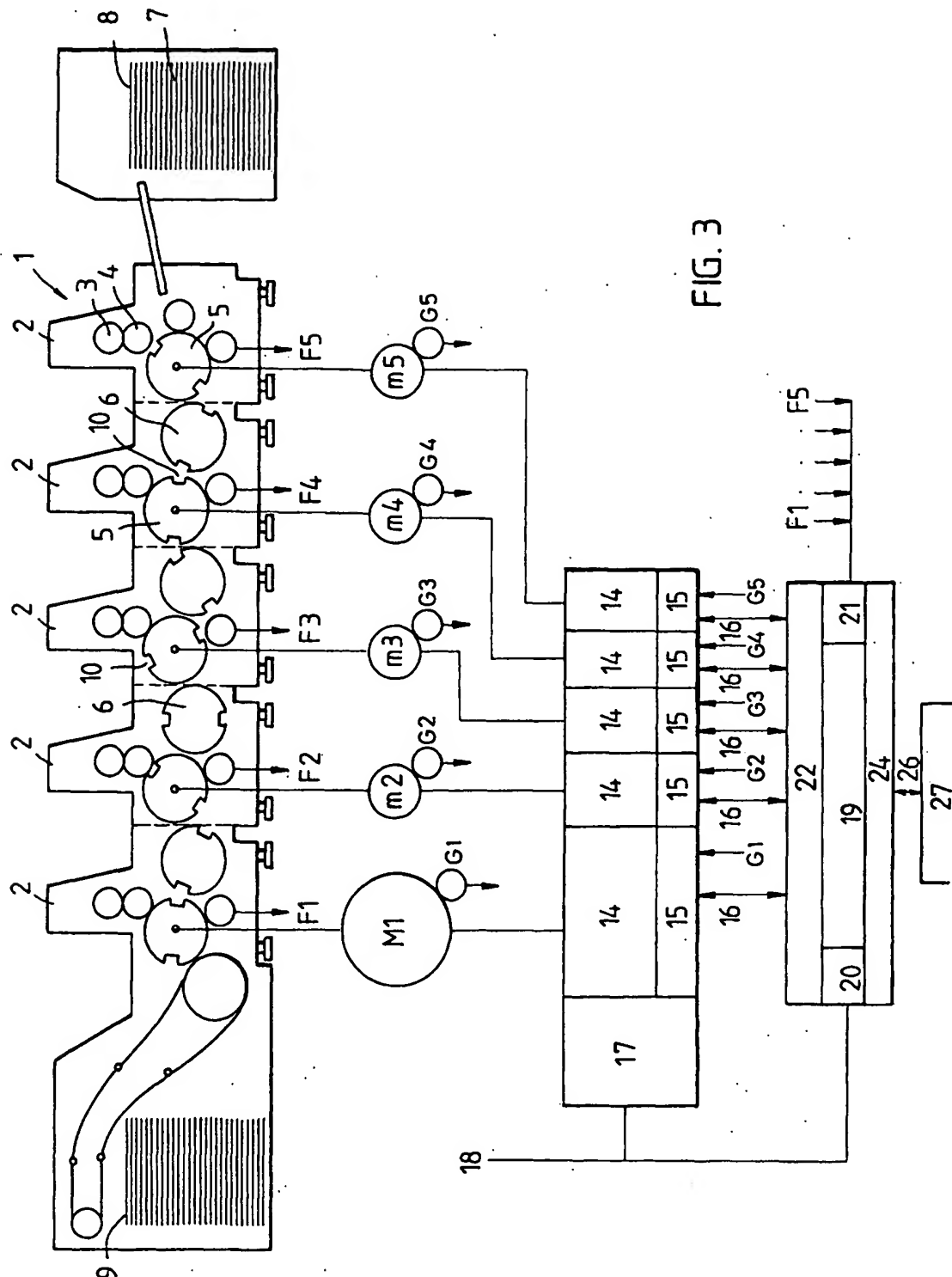
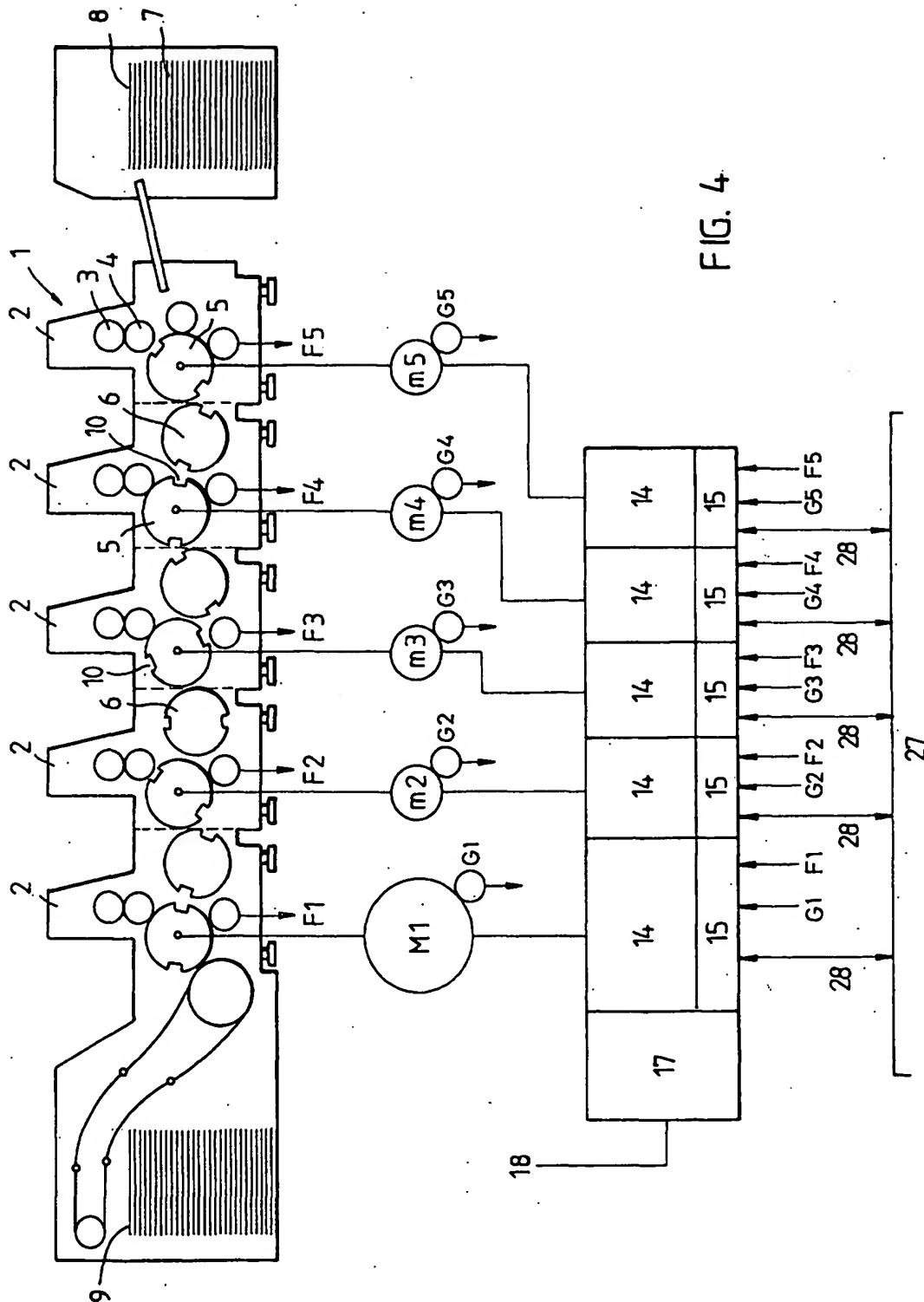


FIG. 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.